

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

GUILHERME ROSSIN GERVASIO DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DO GRAU DE CRITICIDADE DOS
EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES EM USO NUM
HOSPITAL DA REGIÃO DE CATANDUVA - SP**

UBERLÂNDIA
2022

GUILHERME ROSSIN GERVASIO DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DO GRAU DE CRITICIDADE DOS
EQUIPAMENTOS MÉDICO-HOSPITALARES EM USO NUM
HOSPITAL DA REGIÃO DE CATANDUVA - SP**

Trabalho de Conclusão de Curso da Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Uberlândia - UFU - Campus Santa Mônica, como requisito para a obtenção do título de Graduação em Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. Dr. Jose Jean-Paul Zanlucchi de Souza Tavares

UBERLÂNDIA
2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e a oportunidade de alcançar meus objetivos.

Agradeço em especial à minha família, aos meus pais Ana Paula e Ademilson e aos meus irmãos Emanuel e Miguel, que me proporcionaram e as condições para estudar e realizar o meu sonho em outra cidade. Sem o apoio de vocês nada seria possível.

Agradeço também aos grandes amigos Clóvis, Victor, Lucas, Leonardo, Chrystian, Camila, Maria Luiza, Giovana e Renata, que foram essenciais nessa minha jornada por Uberlândia.

Agradeço também ao meu orientador Jose Jean-Paul Zanlucchi de Souza Tavares pela paciência e conselhos passados. Faço também um agradecimento ao Laboratório de Planejamento em Manufatura Autônoma, e em especial ao professor Ricardo Ribeiro Moura pelos projetos de pesquisa desenvolvidos e pelas oportunidades que obtive.

Por fim, quero agradecer a empresa ECQ, pela oportunidade de aplicar os meus conhecimentos na área de engenharia clínica, assim como pelo suporte dado para a realização desse trabalho.

RESUMO

O gerenciamento dos equipamentos presentes em um Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS) fica a cargo do setor de Engenharia Clínica, no qual dentre suas atividades está a gestão dos processos de manutenção. O principal foco da gestão da manutenção é prover equipamentos com alto grau de disponibilidade e confiáveis durante sua utilização. Entretanto, tal gestão se torna dificultosa em instituições com grande número de equipamentos e de setores, podendo acarretar em um fluxo desordenado de atendimento para manutenções corretivas. A falta de critérios durante os atendimentos pode ocasionar no aumento do tempo de parada de um equipamento crítico à empresa, ocasionando perda de receitas e até mesmo danos aos pacientes. Portanto, com base nesse contexto, o presente trabalho possui como objetivo calcular o grau de criticidade dos equipamentos de saúde em uso no hospital localizado na região de Catanduva –SP. A metodologia empregada utiliza como base a RDC nº 185/2001, no qual os equipamentos são classificados quanto a sua função, risco de acidente e grau de importância ABC, sendo que cada critério de classificação recebe uma pontuação específica. A partir do somatório das pontuações os equipamentos foram classificados dentre três níveis de criticidade (baixa, média e alta). Por meio dos níveis de criticidade foi possível definir um tempo máximo para que o atendimento de manutenções corretivas ocorra, onde os equipamentos com maior grau de criticidade terão prioridade sobre os demais. Além de otimizar o fluxo de atendimento, a análise da distribuição da criticidade pelas famílias de equipamentos e setores do hospital permitiu ao setor de Engenharia Clínica otimizar a realização de vistorias de rotina, direcionando os recursos para os setores com maior número de equipamentos críticos. Portanto, conclui-se que o cálculo do grau de criticidade é uma ferramenta bastante útil para otimizar e priorizar o fluxo de atendimento, além de fornecer métricas importantes para a definição de onde recursos podem ser alocados dentro da instituição.

Palavras-chave: Engenharia Clínica, Criticidade, Manutenção.

ABSTRACT

The management of the equipment present in a Health Care Establishment (EAS) is the responsibility of the Clinical Engineering sector, in which one of its activities is the management of maintenance processes. The main focus of maintenance management is to provide equipment with a high degree of availability and reliability during its use. However, such management becomes difficult in institutions with a large number of equipment and sectors, which can lead to a disorderly flow of care for corrective maintenance. The lack of criteria during consultations can increase the downtime of critical equipment for the company, causing loss of revenue and even damage to patients. Therefore, based on this context, the present work aims to calculate the degree of criticality of health equipment in use in the hospital located in the region of Catanduva -SP. The methodology used is based on RDC No. 185/2001, in which the equipment is classified according to its function, accident risk and ABC importance degree, with each classification criterion receiving a specific score. Based on the sum of the scores, the equipment was classified among three levels of criticality (low, medium and high). Through the levels of criticality, it was possible to define a maximum time for the service of corrective maintenance to occur, where the equipment with the highest degree of criticality will have priority over the others. In addition to optimizing the flow of care, the analysis of the distribution of criticality by the families of equipment and sectors of the hospital allowed the Clinical Engineering sector to optimize the performance of routine inspections, directing resources to the sectors with the highest number of critical equipment. Therefore, it is concluded that the calculation of the degree of criticality is a very useful tool to optimize and prioritize the flow of care, in addition to providing important metrics for defining where resources can be allocated within the institution.

Keywords: Clinical Engineering, Criticality, Maintenance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação de equipamentos ativos.	16
Figura 2 – Distribuição da criticidade por família de equipamento.....	22
Figura 3 – Distribuição da criticidade por equipamento.	23
Figura 4 – Classificação da Função em alta criticidade.....	24
Figura 5 - Classificação do Risco Físico em alta criticidade.....	24
Figura 6 - Classificação do Grau de importância ABC em alta criticidade.	25
Figura 7 - Classificação da Função em média criticidade.	26
Figura 8 - Classificação do Risco Físico em média criticidade.	26
Figura 9 - Classificação do Grau de Importância ABC em média criticidade.....	27
Figura 10 - Classificação da Função em baixa criticidade.....	28
Figura 11 - Classificação de Risco de Acidente em baixa criticidade.....	28
Figura 12 - Classificação do Grau de Importância ABC em baixa criticidade.	29
Figura 13 – Equipamentos de alta criticidade por setor.....	30
Figura 14 – Quantidade de equipamentos de alta criticidade por setor.	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pontuação relativa a função.....	13
Tabela 2 – Pontuação relativa ao risco de acidente.....	13
Tabela 3 – Pontuação relativa ao grau de importância ABC.	15
Tabela 6 – Tempo máximo de atendimento por nível de criticidade.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS

ACCE	<i>American College of Clinical Engineering</i>
ABNT	Associação Brasileira de Norma Técnica
EAS	Estabelecimento Assistencial de Saúde
EUA	Estados Unidos da América
ES	Equipamento de Saúde
NBR	Norma Brasileira
SP	São Paulo
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
WHO	<i>World Health Organization</i>

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE ABREVIATURAS	vi
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVO GERAL.....	3
1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.2 JUSTIFICATIVA.....	3
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
2.1 ENGENHARIA CLÍNICA	5
2.2 MANUTENÇÕES	6
2.3 TIPOS DE MANUTENÇÕES	7
2.3.1 PREVENTIVA	8
2.3.2 CORRETIVAS.....	9
2.4 CRITICIDADE DOS EQUIPAMENTOS.....	9
3 METODOLOGIA.....	11
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA CRITICIDADE	11
3.1.1 DEFINIÇÃO E DETALHAMENTO DO MÉTODO.....	11
3.1.2 AQUISIÇÃO DOS DADOS	15
3.1.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	18
4.1 ANÁLISE DOS ES	18
4.2 ANÁLISE DA CRITICIDADE	22
4.3 PRIORIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO	29
5 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34
APÊNDICES	38
APÊNDICE A – Tabela de classificação da criticidade.....	39
APÊNDICE B – Famílias de alta criticidade	46
APÊNDICE C – Famílias de média criticidade	48
APÊNDICE D – Famílias de média criticidade	51

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos das últimas décadas vêm alterando profundamente a vida do ser humano, facilitando desde a realização de atividades diárias e até mesmo promovendo um aumento na expectativa de vida, sendo esse último benefício estando diretamente relacionado com as tecnologias médicas. Entretanto, tal avanço tecnológico resultou em equipamentos mais complexos, que possuem um valor de aquisição cada vez mais elevado, além de manutenções complexas e com alto custo de realização.

Logo, para enfrentar esse novo desafio dentro do ambiente hospitalar surgiu o profissional de Engenharia Clínica, no qual segundo a *American College of Clinical Engineering* (ACCE) é o responsável por apoiar e promover os cuidados aos pacientes, através da aplicação de habilidades de engenharia e gestão à tecnologia na saúde. A primeira implementação da Engenharia Clínica ocorreu nos países mais desenvolvidos, como Estados Unidos da América (EUA) e países europeus, por volta da década de 80, porém no Brasil a implementação ocorreu com 30 anos de atraso (ANTUNES, 2002).

Uma das formas que o Engenheiro Clínico pode promover cuidado ao paciente é por meio da gestão da manutenção dos Equipamentos de Saúde (ES), fazendo com que o equipamento possua um alto grau de disponibilidade e confiabilidade quanto a sua operação. A disponibilidade é um fator extremamente importante para o Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS), pois equipamentos parados podem representar uma perda significativa de receita. Aliado ao fator financeiro, um ES não pode apresentar falhas ou erros, pois pode ocasionar em um diagnóstico falho que pode colocar a vida do paciente em risco.

O processo de manutenção dos ES, segundo a *World Health Organization* (WHO) (2011), pode ser dividido em duas categorias, sendo as manutenções corretivas ou manutenções preventivas. As corretivas possuem caráter de urgência e sem programação, sendo utilizada em situações no qual seja necessário restaurar a integridade física, segurança e/ou desempenho de um dispositivo, após a ocorrência de uma falha. Já as manutenções preventivas ocorrem em intervalos de tempo pré-determinados através de um planejamento inicial. O objetivo desse tipo de

manutenção é aumentar a vida útil do equipamento e aumentar a sua disponibilidade.

Entretanto, por mais que a gestão do processo de manutenção seja um fator determinante para o correto funcionamento do EAS, muitas instituições não possuem uma organização no processo, sendo realizado muitas vezes de forma desordenada e sem critérios para priorizar os atendimentos. Com o processo dessa forma pode ocorrer casos no qual equipamentos críticos, que são aqueles que possuem ações corretivas mais complexas e dificultosas ou não existe equipamento reserva instalado (Marques, *et al.*, 2006), acabam sendo preteridos frente a equipamentos de menor criticidade.

Uma forma de solucionar tal falha no processo é por meio de classificação dos equipamentos em níveis de criticidade, no qual irá segmentar os atendimentos, dando maior prioridade aos equipamentos mais críticos. Além de organizar o fluxo de atendimento, as métricas obtidas pela classificação da criticidade pelos setores do EAS permitem a Engenharia Clínica otimizar a aplicação dos recursos disponíveis e planejar ações de manutenções preventivas, buscando aumentar a disponibilidade dos equipamentos mais críticos.

Logo, o presente trabalho possui como objetivo a determinação do grau de criticidade dos equipamentos em utilização em um hospital da cidade de Catanduva – SP, visto que nenhum trabalho desse tipo já tenha sido realizado na instituição. Através do grau de criticidade será possível priorizar o atendimento de manutenções corretivas, determinado tempo máximo de espera para cada equipamento assim como sugestões para otimizar a realização de vistorias de rotina nos equipamentos analisados.

1.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo central realizar a avaliação do grau de criticidade dos equipamentos médico-hospitalares instalados em um hospital da cidade de Catanduva – SP, através da metodologia baseada na Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 185/2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2022).

1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o levantamento dos ES instalados no hospital.
- Organizar os equipamentos em famílias.
- Definir os critérios e pesos que são utilizados no método de classificação.
- Classificar os equipamentos com base no método escolhido.
- Calcular a criticidade de cada equipamento.
- Realizar uma análise da classificação.
- Apresentar alterações na realização de vistorias de rotina.
- Definir a priorização e tempo máximo de espera para os atendimentos de manutenções corretivas para cada classificação de criticidade.

1.2 JUSTIFICATIVA

A gestão das tecnologias no ambiente hospitalar fica sob a responsabilidade da Engenharia Clínica, que por sua vez é uma das ramificações da Engenharia Biomédica. Durante o curso de graduação, o Engenheiro Biomédico adquire os conhecimentos necessários para realizar a gestão de todo o parque tecnológico de um EAS, atuando desde a aquisição de um novo equipamento, passando pela manutenção até o seu descarte.

Entretanto, a gestão dos processos de manutenção não é simples, ainda mais em instituições que possuem um grande número de ES instalados em diferentes setores. Logo, é necessário desenvolver ferramentas capazes organizar o fluxo de

atendimentos de corretivas, assim como auxiliar nas tomadas de decisão sobre as manutenções preventivas, garantindo a melhor alocação de recursos.

Portanto, tendo em vista esse contexto, foi identificado que o setor de Engenharia Clínica do EAS em análise nesse trabalho não fazia uso de uma ferramenta de priorização de atendimento, sendo então desenvolvida a metodologia para o cálculo do grau de criticidade. Através dessa metodologia, o setor de engenharia clínica será capaz de organizar o fluxo de atendimento de manutenções corretivas, além de definir outros aspectos importantes dos processos de manutenção.

O desenvolvimento do trabalho será apresentado em 4 capítulos, sendo:

- Capítulo 2 apresenta a Revisão Bibliográfica, onde serão abordados o que é engenharia clínica e o seu histórico, como se dá o processo de manutenção e quais os seus tipos, e por fim o que define a criticidade dos equipamentos.
- Capítulo 3 contém a metodologia empregada para a cálculo do grau de criticidade;
- Capítulo 4 apresenta os resultados e discussões da classificação dos equipamentos através do grau de criticidade. Nesse capítulo serão abordados com detalhe como se deu a classificação assim como a distribuição da criticidade por famílias e por setor;
- Capítulo 5 apresentas as conclusões obtidas na realização deste trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ENGENHARIA CLÍNICA

Nas últimas décadas vem sendo presenciado um grande avanço no desenvolvimento de novas tecnologias, proporcionando novos produtos que auxiliam e incrementam a qualidade de vida dos humanos. A área médica foi uma das áreas que mais se beneficiou com esse avanço tecnológico, por meio de novos equipamentos e novas técnicas de tratamento menos invasivas. Porém, tal avanço representou custos cada vez mais elevados tanto para aquisição quanto para manutenção (ANTUNES, 2002).

Foi nesse cenário, a partir dos anos 80, que a Engenharia Clínica começou a ganhar espaço dentro dos estabelecimentos de saúde da Europa e EUA, tendo como principal foco a diminuição dos custos aliada a melhora do nível de segurança do paciente (SOUZA *et al.*, 2012).

O profissional responsável por gerir e acompanhar as novas tecnologias médicas, dentro de um estabelecimento de saúde, é o Engenheiro Biomédico ou Engenheiro Clínico (ANTUNES, 2002). Sendo Antunes (2022), a *American College of Clinical Engineering* (ACCE) define o Engenheiro Clínico como:

O Engenheiro Clínico é aquele profissional que aplica e desenvolve os conhecimentos de engenharia e práticas gerenciais às tecnologias de saúde, para proporcionar uma melhoria nos cuidados dispensados ao paciente.

A implementação da Engenharia Clínica no Brasil deu seu primeiro passo com a formação de seis engenheiros brasileiros na primeira oficina avançada de Engenharia Clínica em Washington, D. C., no ano de 1991 (BRONZINO, 2004). Entretanto, a implementação ocorreu com um atraso de aproximadamente 30 anos, quando comparado a países desenvolvidos (ANTUNES, 2002).

A falta de profissionais adequados e má gestão dos equipamentos no ano de 1989 tornou-se evidente através do levantamento realizado pelo Ministério do Bem-Estar e da Previdência Social, onde constatou que de 20 a 40% dos equipamentos médicos no Brasil estavam desativados por falta de conserto, peças de reposição, suprimentos ou até instalação (WANG; CALIL, 1991).

O problema da mão de obra desqualificada começou a ser tratado de forma conjunta pelos ministérios da Saúde e da Educação, por meio da criação de cursos engenharia clínica, no nível de pós-graduação, em algumas universidades brasileiras (ANTUNES, 2002). Foram dentro dos centros de formação, como COPPE/UFRJ, UNICAMP, USP que se criaram as primeiras empresas capacitadas a oferecer serviços de Engenharia Clínica para hospitais com visão mais moderna da gestão (ANTUNES, 2002).

Com o passar das décadas, o papel desempenhado pelo profissional de Engenharia Clínica mudou consideravelmente, passando de um profissional que realizava somente manutenções em equipamentos para um profissional extremamente interdisciplinar (TERRA *et al.*, 2014).

Logo, atualmente o trabalho do Engenheiro Clínico se volta para o gerenciamento do equipamento e não na execução da manutenção, devendo empregar a inteligência para inicialmente planejar e organizar o setor e, em um segundo momento, realizar as manutenções (ANTUNES, 2002).

2.2 MANUTENÇÕES

Dentro de uma empresa atual, a manutenção e a produção são áreas de extrema importância, pois sem ambas é impossível manter o correto funcionamento e a estrutura produtiva (FUENTES, 2006). Entretanto, a manutenção é a principal ferramenta que garante a entrega do produto final, por meio da disponibilidade do equipamento e da segurança da equipe (TERRA *et al.*, 2014). Logo, para que uma empresa alcance altos níveis de qualidade e produtividade, deverá invariavelmente investir em manutenção e gestão do parque tecnológico (SWANSON, 2001).

Segundo Terra *et al.*, (2014), essa visão também se aplica aos EAS, que são empresas públicas ou privadas que têm como produto principal o serviço de atendimento à saúde de seus pacientes, e apresentam elevada incorporação de tecnologias que levam incontáveis transformações na forma de tratamentos dos pacientes.

De acordo com Moubray (1997), a evolução do processo de manutenção pode ser apresentada em 3 gerações distintas. A primeira remonta aos anos de 1930, caracterizando-se pela manutenção corretiva e o baixo índice de mecanização do período, onde uma máquina parada não gerava grande influência nos níveis de

produção. Já a segunda geração se iniciou após a 2ª Guerra Mundial, surgindo então o conceito de manutenção preventiva e preditiva. Nesse período o parque tecnológico se tornou maior e mais complexo e devido a redução da mão de obra disponível, a dependência da máquina se tornou maior, não podendo ocorrer paradas.

Por último, a terceira geração se deu a partir de 1970, no qual o novo cenário de pesquisas de produtos, novas expectativas dos clientes e novas técnicas de produção resultaram que a parada de um dado equipamento acarreta na redução dos ganhos, aumentando os custos e diminuindo a qualidade do atendimento ao cliente (MOUBRAY, 1997). Foi nesse contexto que a fabricante de aviões Boeing cria o conceito da manutenção voltada na confiabilidade (SIQUEIRA, 2005).

Segundo a Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT), por meio da norma NBR-5462 – Confiabilidade e Manutenabilidade (ABNT, 1994), o processo de manutenção pode ser definido como: “A manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a “manter” ou “recolocar” um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.

Segundo Mirshawka e Olmedo (1993), a definição de confiabilidade e manutenabilidade é dada por:

- Confiabilidade: aptidão de um equipamento para cumprir uma função requerida, em condições prefixadas e durante certo tempo;
- Manutenabilidade: trata-se da facilidade com que se pode realizar uma intervenção de manutenção. Pode também ser expressa como a probabilidade de um dado equipamento volte ao seu estado operacional em um período determinado, quando a manutenção é executada em condições determinadas e com os meios e procedimentos estabelecidos.

2.3 TIPOS DE MANUTENÇÕES

O processo de manutenção pode ser dividido em diferentes classes de acordo com a intervenção a ser realizada e também acabam englobando as particularidades do sistema no qual serão aplicadas. Além disso, na literatura é possível encontrar diferentes terminologias e divisões sobre o processo de manutenção.

Segundo Brito (2003) a manutenção pode ser dividida em dois tipos, a manutenção planejada e a não planejada. O objetivo da manutenção planejada é prevenir possíveis falhas e ocorrências, podendo também ser chamada de preventiva e pode ser sistêmica, preditiva ou condicionada. Já a manutenção não planejada é realizada em condições de avarias do equipamento, sendo também denominada de manutenção curativa ou corretiva.

Por outro lado, Kardec e Carvalho (2002) considera que a manutenção pode ser dividida nos seguintes grupos: planejada, corretiva não planejada, preventiva, preditiva, detectiva e engenharia de manutenção.

Ramirez, Caldas e Santos (2002) consideram os seguintes tipos de manutenção podem ser realizadas: corretiva, preventiva, (podendo ser preditiva, condicional e sistemática ou programada).

Nessa seção, o presente trabalho irá focar nos tipos de manutenção definidos pela WHO (2011) e que são empregados na gestão de equipamentos médicos, sendo: manutenção preventiva e manutenção corretiva.

2.3.1 PREVENTIVA

De acordo com a norma ABNT NBR 5462 (ABNT, 1994), a manutenção preventiva é realizada em intervalos de tempo pré-determinados, por meio de ações programadas ou de acordo com critérios estabelecidos, e sempre tendo como foco a redução da probabilidade de falhas ou desgaste operacional do equipamento.

Logo, a manutenção preventiva engloba procedimentos que visam prolongar a vida útil do equipamento, podendo ser realizados testes funcionais, aferições de medidas realizadas pelo equipamento, inspeção geral, e caso seja necessário, a substituição de peças (MANSO, 2012).

Segundo Masmoudi *et al.*, (2016), os modos de calcular os intervalos de tempo entre as manutenções preventivas podem ser classificados em duas categorias. A primeira categoria faz uso de um levantamento regular das condições do equipamento, sendo que os dados obtidos são analisados por meio de modelos estatísticos, que fornecem métricas a respeito do estado do equipamento e o restante da vida útil.

A segunda categoria se baseia no tempo, no qual o equipamento é avaliado periodicamente, sendo o intervalo determinado pelos requisitos do fabricante ou dos

órgãos regulatórios (Masmoudi *et al.*, 2016). Desta forma, o setor de Engenharia Clínica fica responsável por elaborar os planos de manutenção, respeitando as determinações para equipamento.

2.3.2 CORRETIVAS

Segundo WHO (2011), a manutenção corretiva é um processo empregado em situações na qual é necessário restaurar a integridade física, segurança e/ou desempenho de um dispositivo, após a ocorrência de uma falha. Portanto, a manutenção corretiva apresenta um caráter de urgência, pois não é uma ação programada, além de ocasionar na interrupção e prejuízo para o diagnóstico ou tratamento do paciente (AZEVEDO, 2011).

Esse tipo de manutenção é considerado como a última opção, pois irá acarretar na parada do equipamento e consequentemente na perda de produção.

2.4 CRITICIDADE DOS EQUIPAMENTOS

Segundo Silva (2018), a análise do grau de criticidade dos equipamentos é uma metodologia que permite mensurar o impacto de que um determinado equipamento tem sobre os objetivos da empresa, ajudando assim a direcionar o grau de urgência que deve ser empenhado no processo de reparação.

Um equipamento é classificado como crítico quando a solução de defeitos apresenta maior nível de complexidade, ou quando a realização de uma ação corretiva se torna fisicamente dificultosa ou não existe equipamento reserva instalado (MARQUES *et al.*, 2006). Os equipamentos críticos podem também ser aqueles que obrigatoriamente devem estar em bom estado de funcionamento, pois são essenciais para a manutenção da vida de um paciente. Desta forma, os esforços da manutenção devem ter como foco prioritário esses tipos de equipamentos (CORREIA, 2018).

Logo, o planejamento da estratégia de manutenção adotada em uma EAS deve levar em consideração o nível de criticidade de todos os equipamentos envolvidos. Pois desta forma é possível determinar qual o tipo de manutenção deve ser realizado, sempre de modo a potencializar a aplicação dos recursos disponíveis,

como peças e mão de obra, proporcionando também a diminuição dos custos (BRITO 2003).

Existem na literatura diversos meios para determinar o grau de criticidade dos equipamentos, entretanto todos partem do mesmo princípio. Inicialmente atribui-se pontuações a critérios pré-definidos, após define-se a classificação dos equipamentos de acordo com os critérios, ao final, determina-se a classe de criticidade de cada equipamento (CORREIA, 2018).

Um dos métodos mais utilizados é o desenvolvido pela empresa de engenharia clínica Equipacare (2015), que utiliza como base a RDC n° 185, de 22 de outubro de 2001, que visa flexibilizar a classificação dos equipamentos, utilizando como critérios: Função, Risco de Acidente e Grau de importância.

Em complemento, existe também a classificação ABC com priorização de máquinas e equipamentos, que se utiliza de um fluxograma do tipo decisório baseado em critérios de criticidade, como por exemplo: Segurança e meio ambiente, qualidade do produto, condição de operação, condições de entrega, índice de parada, confiabilidade e manutenibilidade (CYRINO, 2016).

3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA CRITICIDADE

Nesta seção serão abordadas as etapas necessárias para a realizar a classificação do grau de criticidade dos equipamentos contidos no parque tecnológico de um hospital da cidade de Catanduva - SP.

O EAS em estudo trata-se de um hospital privado que atende pacientes provenientes de uma cooperativa médica, realizando procedimentos de baixa, média e alta complexidade. Para realizar tais atividades, o estabelecimento é dotado de um pronto socorro, ambulatórios, laboratórios de análises clínicas, maternidade, centro cirúrgico e Unidades de Terapia Intensiva (UTI).

A maternidade possui no total 11 leitos destinados a partos normais e cirúrgicos bem como procedimentos inerentes à saúde mulher, além de uma pediatria com 14 leitos distribuídos em 8 quartos.

O centro cirúrgico, por sua vez, é capaz de realizar em média 270 procedimentos de diversas especialidades em alta complexidade, destacando-se as cirurgias cardíacas. É dotado de equipamentos capazes de realizar procedimentos minimamente invasivos de coluna vertebral, gastrointestinais e neurológicos.

Já os pacientes que necessitam de cuidados mais intensivos são direcionados para a UTI, no qual dispõem de 10 leitos de UTI adulto, sendo 2 coronarianas e 8 de uso geral, e também 10 leitos de UTI neonatal e infantil. Todos os leitos de UTI são dotados de ventilação invasiva e não invasiva, suporte hemodinâmico, diálise intermitente ou contínua, monitoramento e controle dos sinais vitais em tempo real, bombas de infusão, monitores paramétricos e equipe multidisciplinar.

3.1.1 DEFINIÇÃO E DETALHAMENTO DO MÉTODO

O método empregado nesse trabalho se baseia na metodologia desenvolvida pela empresa de engenharia clínica Equipacare (2022), sendo um método adaptado da RDC nº 185/2001. Tal método também é bastante indicado para parques

tecnológicos com grande número de equipamentos, como mencionado nos trabalhos de Correia (2018) e Silva (2018).

Nesse método, o grau de criticidade de cada equipamento é dado por uma pontuação, que por sua vez é obtida pela classificação do equipamento quanto a sua Função, Risco de Acidente e Grau de Importância ABC. Logo, a primeira etapa para implementar o método é definir as classificações e suas pontuações.

De acordo com o método, a primeira classificação está atrelada a Função que o equipamento possui, podendo se enquadrar nas seguintes categorias:

- Suporte à vida: São equipamentos que são utilizados para sustentar a vida de um paciente, após uma insuficiência de órgãos vitais;
- Terapia: São equipamentos que auxiliam no tratamento de doenças, e abrangem a substituição ou modificação da anatomia ou processo fisiológico. Geralmente aplicam algum tipo de energia ou troca com corpo do paciente;
- Diagnóstico: São equipamentos utilizados para a detecção de informações do organismo humano, fornecendo a identificação de corpos estranhos e confirmação de suspeitas;
- Análise: São equipamentos voltados para utilização em meio laboratorial, sendo utilizados em análises de materiais genéticos ou sintéticos;
- Apoio: São equipamentos capazes de fornecer suporte a procedimentos, podendo ser cirúrgicos, de diagnósticos ou terapêuticos.

Cada categoria de Função está atrelada a uma pontuação, que está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Pontuação relativa a função.

Função	Pontuação
Suporte à vida	10
Terapia	8
Diagnóstico	6
Análise	4
Apoio	2

Fonte: Próprio Autor.

Já a segunda classificação dos equipamentos é referente ao Risco de Acidente que o equipamento pode ocasionar ao operador ou paciente em caso de alguma falha. Tal risco pode ser classificado dentre as quatro categorias a seguir:

- Morte: São equipamentos que podem acarretar na morte do paciente caso ocorra uma falha;
- Injúria: São equipamentos que mediante alguma falha podem ocasionar danos permanentes ao paciente ou operador;
- Terapia ou diagnóstico falho: São equipamentos no qual a falha ocasiona diagnóstico impreciso ou terapia inadequada;
- Sem risco: São equipamentos no qual a falha não gera riscos ao paciente ou operador.

Na Tabela 2 está apresentada a pontuação referente a cada categoria de Risco de Acidente.

Tabela 2 – Pontuação relativa ao risco de acidente.

Risco de Acidente	Pontuação
Morte	7
Injúria	5
Terapia ou diagnóstico falho	3
Sem risco	1

Fonte: Próprio Autor.

A terceira e última classificação dos equipamentos é referente ao Grau de Importância ABC, baseada no teorema de Pareto, que de forma genérica significa que 80% das falhas estão relacionadas a 20% dos equipamentos. Com isso, é possível avaliar o impacto de cada equipamento e sua prioridade estratégica dentro do EAS. A classificação dos equipamentos pode ser realizada em três grupos, sendo:

- Grau A: São equipamentos que possuem maior valor de aquisição e sua interrupção do serviço ocasiona na perda de receita, logo, são equipamentos de grande importância na rotina do EAS. Demandam um tempo de manutenção relativamente maior e geralmente possuem pouca possibilidade de serem trocados, devido à dificuldade de mobilidade ou por serem únicos na instituição.
- Grau B: São equipamentos que possuem importância e valor de aquisição intermediários e podem ser substituídos de forma rápida, caso a EAS disponha de equipamentos similares. A falha desse tipo de equipamento pode afetar diretamente o cuidado ao paciente, podendo gerar cancelamento de cirurgias ou a interrupção de funcionamento de um leito.
- Grau C: São equipamentos que possuem baixo valor de aquisição, podendo ser substituídos de forma bastante fácil, devido ao grande número de equipamentos similares disponíveis na instituição. A sua falha não ocasiona na paralisação do serviço, ou seja, não ocorre a perda de receitas.

Assim como nas classificações anteriores, o Grau de Importância ABC também possui uma pontuação referente a suas categorias. A Tabela 3 apresenta a pontuação por categoria.

Tabela 3 – Pontuação relativa ao grau de importância ABC.

Classificação ABC	Pontuação
Grau A	10
Grau B	5
Grau C	1

Fonte: Próprio Autor.

Após a classificação de cada equipamento, as pontuações obtidas são somadas, obtendo o valor *C* de criticidade, como demonstrado na Equação 1.

$$C = F + RA + ABC \quad (1)$$

Onde:

- *C*: Criticidade;
- *F*: Função;
- *RA*: Risco de Acidente;
- *ABC*: Grau de importância ABC.

Analisando as classificações, percebe-se que o valor de *C* pode variar de 4 a 27. Portanto para que seja agrupar valores semelhantes são definidas três escalas de criticidade, sendo:

- Baixa criticidade: 4 a 11;
- Média criticidade: 12 a 18;
- Alta criticidade: 19 a 27.

3.1.2 AQUISIÇÃO DOS DADOS

Os dados a respeito dos ES contidos no parque tecnológico do EAS, no período de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022, foram disponibilizados pela empresa ECQ, que é responsável pela gestão e engenharia clínica da instituição. A ECQ utiliza como software de gestão o *Effort*, da empresa *Globalthings*, no qual foi possível obter a relação atualizada dos equipamentos ativos.

Como visualizado na Figura 1, o software de gestão fornece todos os dados necessários para realizar a avaliação da criticidade, como por exemplo a descrição do tipo do equipamento, modelo, fabricante e setor no qual está instalado.

Figura 1 - Relação de equipamentos ativos.

Equipamento/Setor
BOMBA DE INFUSÃO COLLEAGUE 3 CXE (BAXTER) CENTRO CIRURGICO
BERÇO AQUECIDO AMPLA 2085 (FANEM LTDA) CENTRO CIRURGICO
BERÇO AQUECIDO MATRIX R (OLIDEF CZ IND COM APARELHOS HOSPITALARES LTDA) CENTRO CIRURGICO
OXÍMETRO DE PULSO DX2515 (DIXTAL) CENTRO CIRURGICO
APARELHO ANTITROMBÓTICO (PHLEBO PRESS) 601A DVT (MEGO AFEK AC LTD) CENTRO CIRURGICO
OXÍMETRO DE PULSO OX-P-10 (EMAI) CENTRO CIRURGICO
MESA CIRÚRGICA ELÉTRICA BF 683 EH (BARRFAB IND., CO.,IMP. E EXP. EQUIPAMENTOS HOSPITALARES LTDA) CENTRO CIRURGICO
BISTURI ELETRÔNICO SS-501LX (WEM EQUIPAMENTOS ELETRONICOS LTDA.) CENTRO CIRURGICO
BISTURI ELETRÔNICO SS-501 S (WEM EQUIPAMENTOS ELETRONICOS LTDA.) CENTRO CIRURGICO
BISTURI ELETRÔNICO SS-601MC (WEM EQUIPAMENTOS ELETRONICOS LTDA.) CENTRO CIRURGICO
MONITOR MULTIPARÂMETROS DX2020 (DIXTAL) CENTRO CIRURGICO
MONITOR MULTIPARÂMETROS DX2020 (DIXTAL) CENTRO CIRURGICO
APARELHO ANTITROMBÓTICO (PHLEBO PRESS) 601A DVT (MEGO AFEK AC LTD) CENTRO CIRURGICO
MONITOR MULTIPARÂMETROS DX2023 (DIXTAL) CENTRO CIRURGICO

Fonte: Próprio Autor.

3.1.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO

Após a coleta dos dados, a próxima etapa do trabalho se baseia em aplicar o método escolhido para a classificação da criticidade nos equipamentos do parque tecnológico. Como mencionado na seção anterior, os equipamentos serão classificados com base na sua função, risco de acidente e grau de importância ABC, sendo então obtido o valor *C* e a sua categoria de criticidade. A classificação dos ES contou com a participação do setor de Engenharia Clínica da ECQ através de reuniões.

Em seguida, no software de gestão *Effort*, cada equipamento recebeu sua categoria de criticidade. Após, foi definido em conjunto com a ECQ os tempos máximos para que ocorra o atendimento de manutenções corretivas relacionado a cada nível de criticidade, estabelecendo assim uma priorização nos atendimentos da engenharia clínica. Tal estimativa dos tempos levou em consideração o histórico de atendimentos e a quantidade de recursos humanos disponíveis no EAS, logo, o tempo máximo para outros estabelecimentos pode ser alterado

Por fim, foi realizada uma análise do grau de criticidade dos ES, buscando identificar pontos de melhorias no processo de manutenções preventivas, como por exemplo, as vistorias de rotinas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão abordados os resultados obtidos da análise dos ES instalados no EAS em estudo, assim como o cálculo da criticidade de cada família de equipamentos e o tempo de atendimento em caso de manutenção corretiva.

4.1 ANÁLISE DOS ES

Através da base de dados da ECQ foram obtidos 634 equipamentos os quais pertencentes ao EAS, no qual estão distribuídos em 94 família. Nesse caso, família está relacionada com a descrição do equipamento A Tabela 4 apresenta a quantidade de equipamentos em cada família.

Tabela 4 – Quantidade de equipamentos por família.

(continua)

Família	Quantidade de Equipamento
Aagitador de Tubos	2
Aparelho Antitrombótico (Phlepo Press)	7
Aparelho de Anestesia	7
Aspirador Cirúrgico	2
Autoclave Vertical	1
Balança	10
Balança Antropométrica Digital	2
Balança Eletrônica Pediátrica	8
Banho Maria	2
Berço Aquecido	4
Bisturi Eletrônico	12
Bomba de Infusão	71
Bomba de Seringa	10
Bomba para Ordenha de Leite Materno	1
Broncoscópio	1
Cabeça de Câmera	1
Câmara de Conservação	2
Câmera de Vídeo para Cirurgia	1
Capela de Fluxo Laminar	1
Cardiotocógrafo	2
Cardioversor	17
Centrífuga	3
Colchão Pneumático de Pressão Alternada	9

Tabela 4 – Quantidade de equipamentos por família.

(continuação)

Família	Quantidade de Equipamento
Colonoscópio	3
Cronômetro	10
Cuffômetro	2
Desfibrilador	1
Detector Cardíofetal Portátil	3
Detector Fetal	2
Doppler Vascular Portátil	1
Duodenoscópio	1
Eletrocardiógrafo	6
Eletroencefalógrafo	1
Elevador de Pacientes	1
Endoscópio	4
Estimulador Elétrico Neuromuscular	2
Estufa	3
Foco Cirúrgico Auxiliar	4
Foco Cirúrgico de Teto	5
Foco Clínico	5
Fonte de Luz	1
Fototerapia	9
Freezer	2
Frigobar	16
Gravador de Vídeo Cirúrgico	1
Incubadora de Transporte	1
Incubadora Neonatal	13
Insuflador de CO2	1
Manta Térmica	4
Medidor de Cloro	1
Medidor de Turbidez	1
Mesa Cirúrgica Elétrica	5
Mesa Cirúrgica Mecânica	1
Mesa Elétrica de Parto	1
Mesa Ginecológica	1
Micropipeta	20
Microscópio Binocular Biológico	4
Microscópio Cirúrgico	2
Misturador de Gases	20
Módulo de Bateria	1
Módulo de Capnografia	6
Módulo de Débito Cardíaco	2
Módulo de ECG	1
Módulo de Índice Bi-Espectal	2
Módulo de Oximetria	1
Módulo de Pressão Invasiva (IBP)	2
Módulo de Pressão Não Invasiva (NBP)	2

Tabela 4 – Quantidade de equipamentos por família.

(conclusão)

Família	Quantidade de Equipamento
Módulo de Temperatura	2
Módulo NMT	1
Monitor de Gases Anestésicos	2
Monitor de LED Grau Médico	1
Monitor de Pressão Não Invasiva	3
Monitor Multiparâmetros	84
Nobreak	4
Oxímetro de Pulso	12
Oxímetro de Pulso Portátil	5
Perfurador Ósseo Canulado	5
Pneumático	
Phmetro de Bancada	1
Rack Módulos	1
Radiômetro	1
Refrigerador	11
Serra de Gesso	2
Serra Esterno	1
Termohigrômetro	14
Termômetro	39
Termômetro Digital Tipo Vareta	11
Termômetro Infravermelho	6
Termômetro Infravermelho de Testa	3
Umidificador	7
Vaporizador	6
Ventilador de Transporte	3
Ventilador Pulmonar	51
Ventilador Pulmonar Infantil	5
Vídeo Laringoscópio	2

Fonte: Próprio Autor.

Por meio da Tabela 4 percebe-se que o EAS possui um parque tecnológico bastante diversificado, no qual contém, por exemplo, equipamentos voltados para a realização de cirurgia, vídeo cirurgia, análises clínicas e diagnóstico.

Por sua vez, a distribuição dos equipamentos pelos 41 setores do hospital é visualizada por meio da Tabela 5. Através da mesma, percebe-se que aproximadamente 45% da totalidade de equipamentos se encontram em três setores, sendo: Centro cirúrgico, UTI Adulto e UTI Neonatal. Através da análise da criticidade dos equipamentos, que será comentada adiante, ficará evidente a importância desses setores para o hospital.

Tabela 5 – Quantidade de equipamentos por setor.

Setor	Quantidade de Equipamento
Almoxarifado	12
Berçário	10
Centro Cirúrgico	127
CME	3
Depósito Baixa	3
Educação Continuada	1
Endoscopia	21
Engenharia Clínica	2
Farmácia	4
Farmácia Centro Cirúrgico	3
Laboratório	1
Laboratório Bioquímica	8
Laboratório Coagulação e Gasometria	24
Laboratório de Urinálise e Parasitologia	6
Laboratório Hematologia	16
Laboratório Lavagem de Material	5
Laboratório Microbiologia	9
Laboratório Triagem	6
Maternidade	12
Medicina Preventiva	1
Nutrição e Dietética	1
Pediatrics	11
PGRSS	1
Posto 1	11
Posto 2	12
Posto 4	4
Posto 5	71
Pronto Socorro	44
Quimioterapia	13
Rouparia	1
Sala 1	1
Sala 2	1
Sala 3	1
Sala 4	1
Sala 5	1
Sala de Ordenha	3
Terapia Renal	2
Unidade de Coleta	11
UTI Adulto	81
UTI Móvel	1
UTI Neonatal	88

Fonte: Próprio Autor.

4.2 ANÁLISE DA CRITICIDADE

Para o cálculo da criticidade foi formulada uma planilha contendo em cada linha uma família de equipamento e nas colunas as classificações atribuídas quanto a Função, Risco de Acidente e Grau de Importância ABC, como descrito na Metodologia. A coluna mais à direita apresenta o valor C, calculado pela Equação (1).

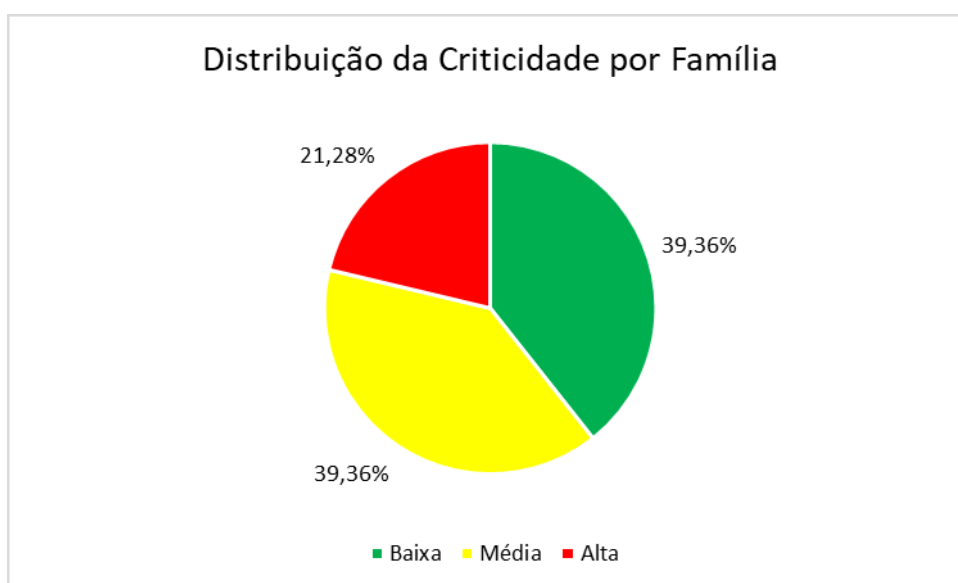
Para facilitar a visualização foi atribuída para cada grau de criticidade uma cor específica, sendo:

- Vermelho: Alta criticidade;
- Amarelo: Média criticidade;
- Verde: Baixa criticidade;

Os resultados obtidos da classificação cada família de equipamento através dos critérios estabelecidos, assim como o grau de criticidade calculado está apresentado por meio do Apêndice A.

A análise das 94 famílias resultou em: 20 famílias classificadas como alta criticidade, 37 famílias classificadas como média criticidade e 37 famílias foram classificadas como baixa criticidade. A porcentagem de cada grau de criticidade obtida por família é visualizada por meio do gráfico da Figura 2.

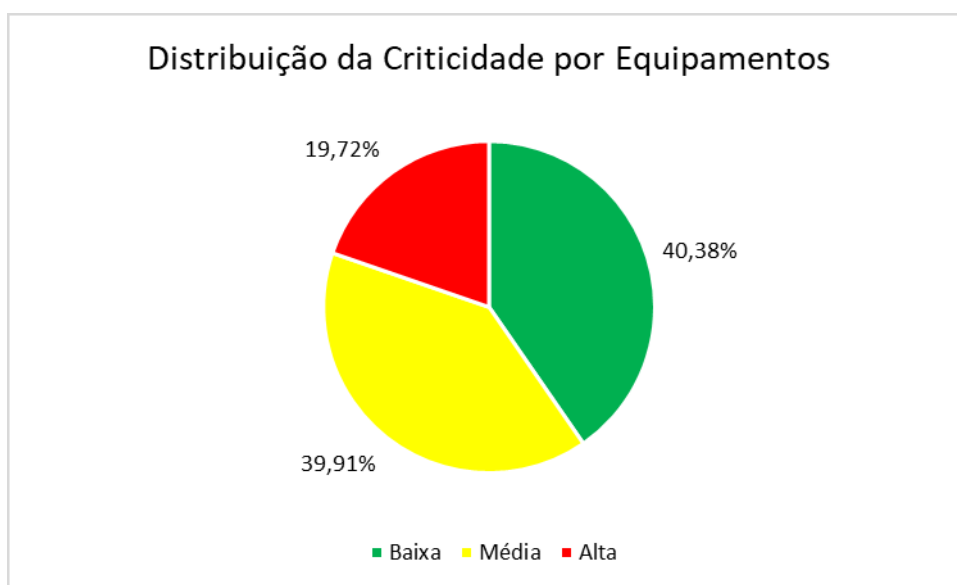
Figura 2 – Distribuição da criticidade por família de equipamento.



Fonte: Próprio Autor.

Já a Figura 3 apresenta a porcentagem de cada grau de criticidade considerando os 634 equipamentos. Comparando com a Figura 2 pode-se que verificar que a distribuição entre as famílias e os equipamentos não sofreu grande alteração. Foram classificados com alta criticidade um total de 125 equipamentos, já com média criticidade 253 equipamentos e por último, 256 equipamentos com baixa criticidade.

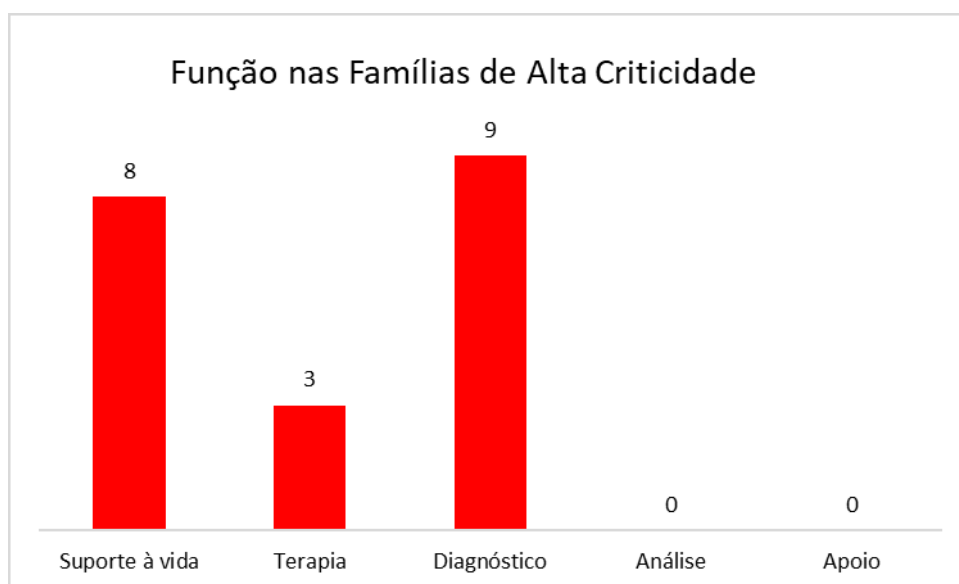
Figura 3 – Distribuição da criticidade por equipamento.



Fonte: Próprio Autor.

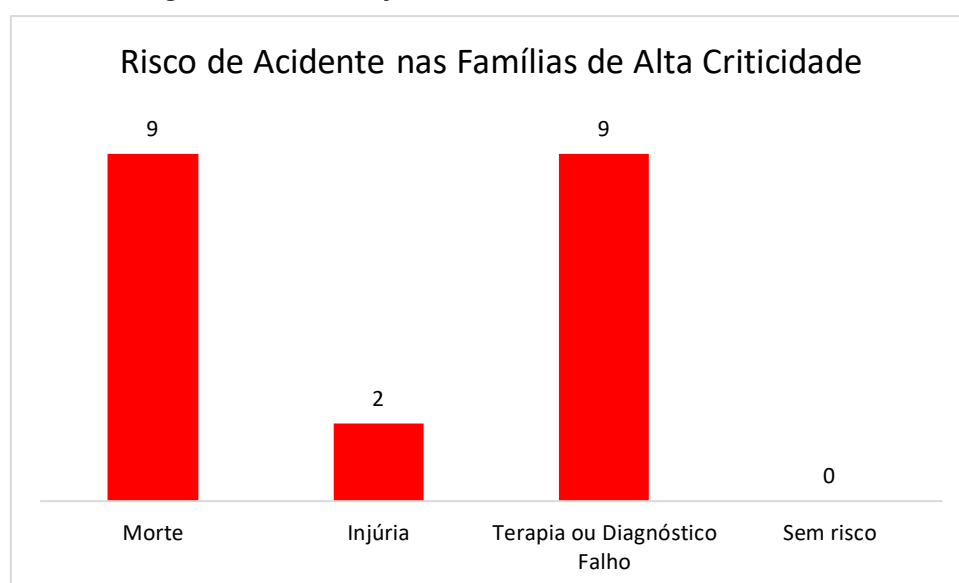
Para compreender melhor quais famílias cada nível de criticidade engloba, será apresentado a partir desse momento uma discussão mais detalhada de cada nível. O Apêndice B apresenta as famílias de equipamentos classificadas com alta criticidade, assim como as classificações referentes a Função, Risco de Acidente e Grau de Importância ABC.

Analisando a distribuição dos atributos de Função nas famílias de alta criticidade, que está apresentada na Figura 4, percebe-se a não existência de equipamentos classificados como análise e apoio, mas sim com grande número de famílias voltadas para o suporte à vida e ao diagnóstico.

Figura 4 – Classificação da Função em alta criticidade.

Fonte: Próprio autor.

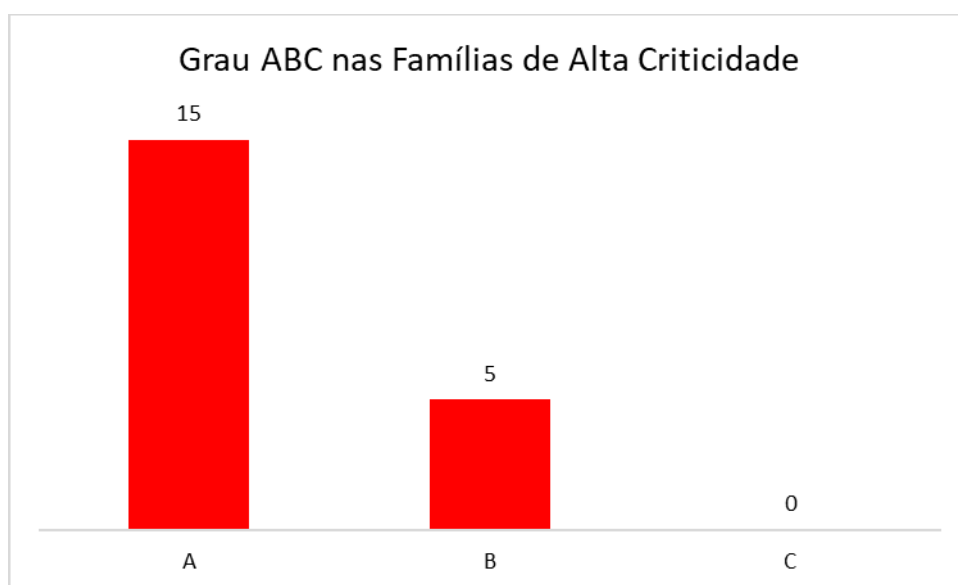
Já com relação aos atributos de Risco de Acidente, apresentado na Figura 5, as famílias de alta complexidade apresentam, em caso de falhas, riscos consideráveis ao utilizador do equipamento, visto que, o risco de morte ou de terapia ou diagnóstico falho se fazem presente em 90% das famílias desse nível. Esses dados em conjunto com a Função demonstram que o correto funcionamento dos equipamentos desse nível é imprescindível.

Figura 5 - Classificação do Risco Físico em alta criticidade.

Fonte: Próprio autor.

Através da Figura 6 é possível visualizar a distribuição da classificação do Grau de importância ABC. Pode-se concluir que as famílias de alta criticidade apresentam um alto impacto financeiro para o EAS em estudo, isto se deve ao fato de serem equipamentos com alto valor de aquisição e que não possuem fácil substituição em caso de falhas. Com isso, caso o equipamento sofra alguma avaria, procedimentos que resultam em ganhos ao EAS não podem ser realizados, ocasionando em prejuízos financeiros, além de prejuízos aos pacientes, que deveriam esperar mais para a realização dos procedimentos.

Figura 6 - Classificação do Grau de importância ABC em alta criticidade.

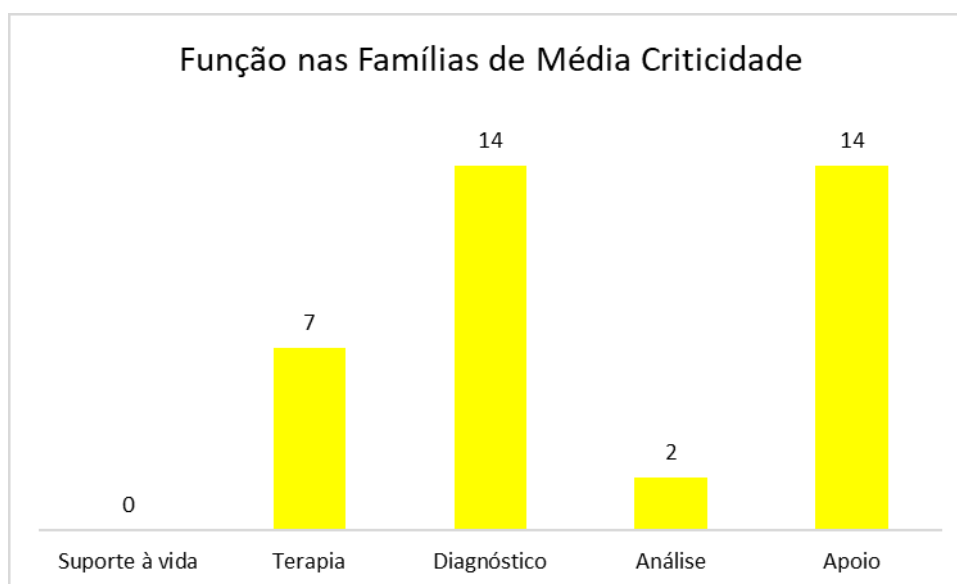


Fonte: Próprio autor.

Por sua vez, o Apêndice C apresenta as famílias classificadas com média criticidade, assim como os atributos para sua classificação.

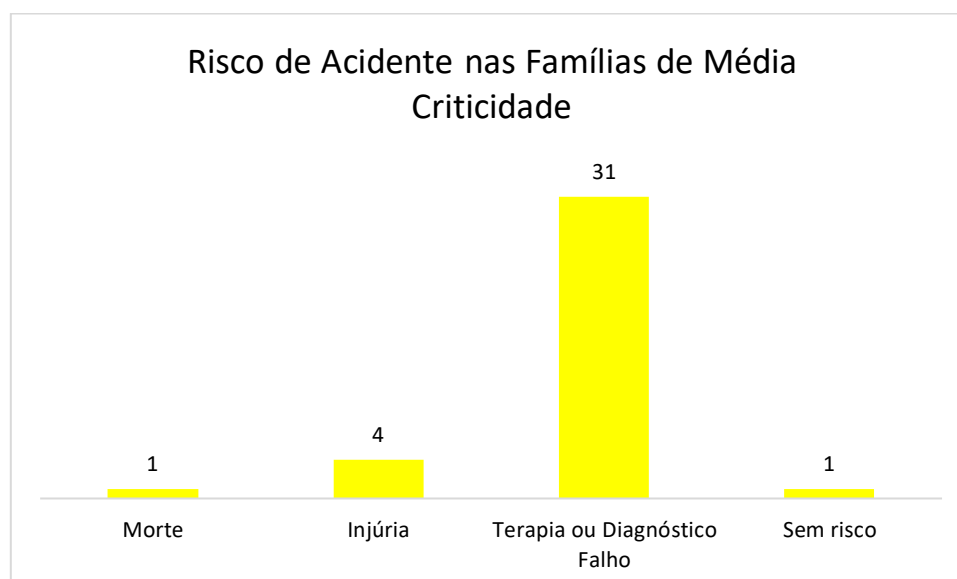
A distribuição dos atributos referentes a Função desse nível de criticidade está sendo apresentada na Figura 7. Aproximadamente 75% das famílias possuem a função de diagnóstico ou de apoio, seguido por 7 famílias classificadas como terapia e 2 como análise.

As famílias classificadas como diagnóstico englobam equipamentos que são utilizados para a captação de parâmetros fisiológicos dos pacientes, que serão utilizados no tratamento adequado dos mesmos. Já as famílias de apoio se referem aos equipamentos utilizados em procedimentos clínicos.

Figura 7 - Classificação da Função em média criticidade.

Fonte: Próprio autor.

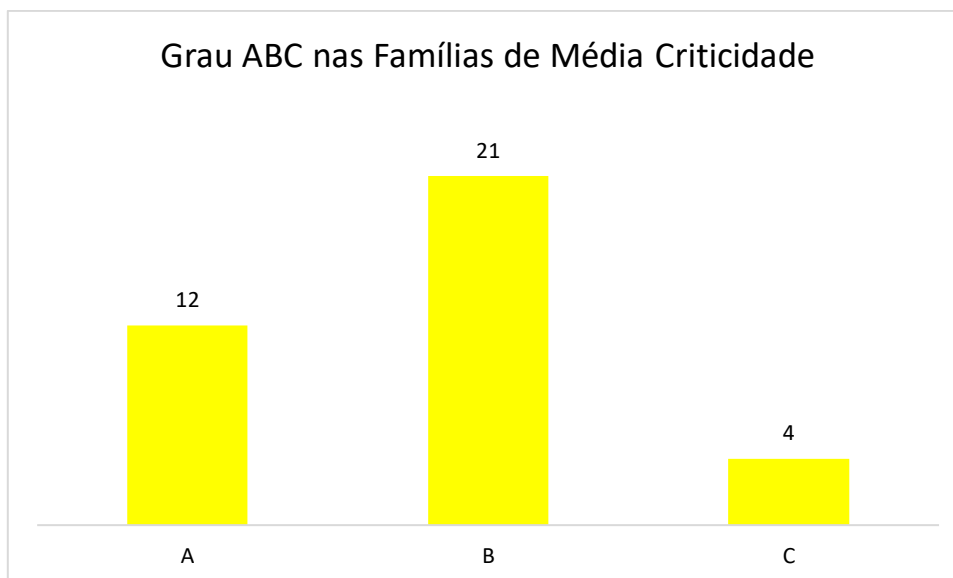
Analisando a distribuição do Risco de Acidente presente nas famílias de média criticidade, Figura 8, pode-se concluir 84% dos riscos resultantes desse nível é referente à terapia ou diagnóstico falho.

Figura 8 - Classificação do Risco Físico em média criticidade.

Fonte: Próprio autor.

Por fim, o último critério de classificação é o Grau de Importância ABC, sendo sua distribuição nas famílias de média criticidade apresentado na Figura 9.

Figura 9 - Classificação do Grau de Importância ABC em média criticidade.



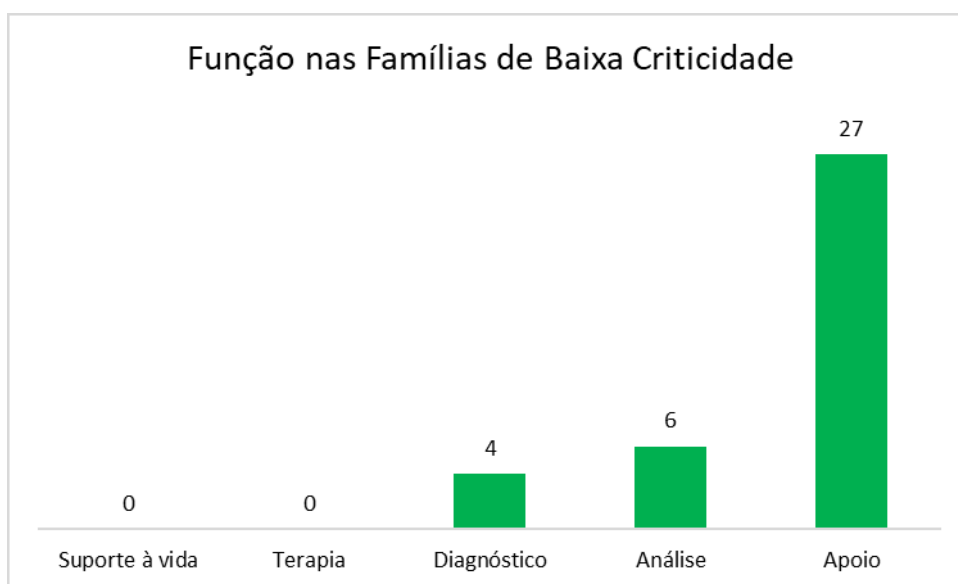
Fonte: Próprio autor.

Cerca de 56% das famílias de média criticidade foram classificadas como B, pois são equipamentos que possuem um valor de aquisição intermediário e possuem uma reposição mais facilidade, devido a quantidade de equipamentos sobressalentes e de fácil locomoção.

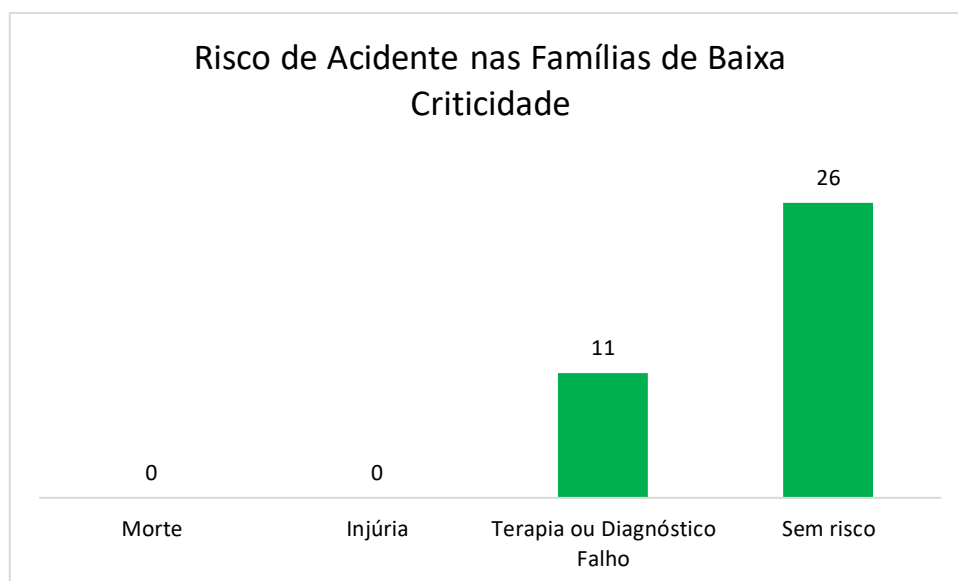
Entretanto, esse nível de criticidade também abriga equipamentos classificados como A, no qual possuem um valor de aquisição maior e são mais difíceis de serem substituídos ou locomovidos, como por exemplo: mesa cirúrgica elétrica e foco cirúrgico de teto. Entretanto, devido a conjunção de classificações, tais famílias não conseguiram a pontuação suficiente para serem classificadas como alta criticidade.

De forma geral, as famílias de média criticidade representam um grupo de equipamentos bastante diversos quanto a função e ao seu grau de importância dentro da instituição.

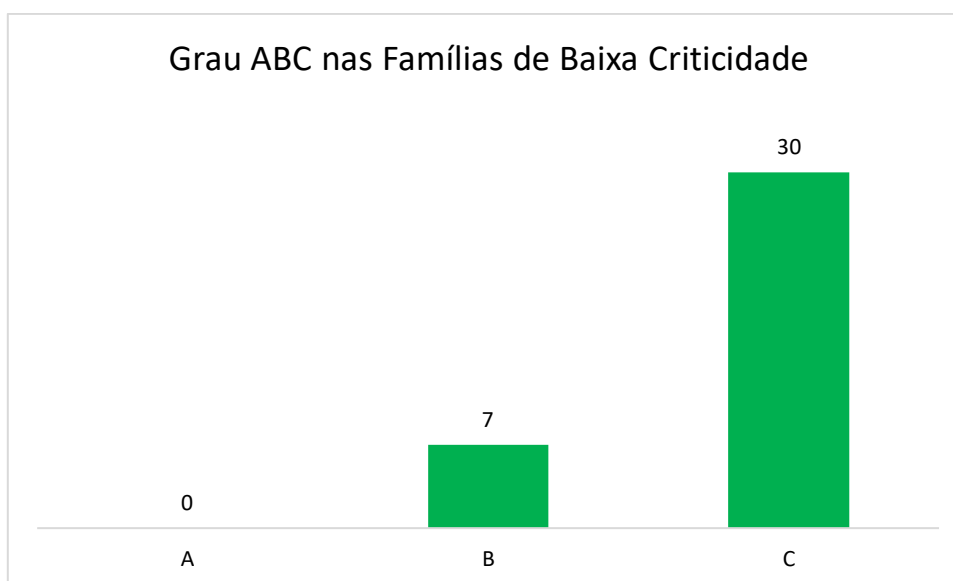
Por fim, no Apêndice D são apresentas as famílias classificadas com baixa criticidade. A distribuição da Função, Risco de Acidente e Grau de Importância ABC podem ser visualizadas, respectivamente, na Figura 10, Figura 11 e Figura 12.

Figura 10 - Classificação da Função em baixa criticidade.

Fonte: Próprio autor.

Figura 11 - Classificação de Risco de Acidente em baixa criticidade.

Fonte: Próprio autor.

Figura 12 - Classificação do Grau de Importância ABC em baixa criticidade.

Fonte: Próprio autor.

Pode-se concluir que as famílias desse nível são classificadas prioritariamente com a função de apoio, tanto para a realização de procedimentos quanto para análises. Aproximadamente 70% dessas famílias não apresentam riscos aos usuários, reafirmando assim a sua função de apoio.

Com relação ao grau de importância dentro da instituição, trata-se de equipamentos que possuem um baixo valor de aquisição, além de serem de fácil substituição, devido ao seu pequeno porte ou alto número de equipamentos sobressalentes. Outro fator que explica o grande número de classificações como C é o fato de que a falha de um equipamento não irá resultar em uma paralização nas atividade e procedimentos realizados no EAS.

4.3 PRIORIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO

A correta classificação do nível de criticidade de cada família de equipamento permite ao Engenheiro Clínico traçar de forma mais eficiente o plano de manutenção do EAS, determinado o tipo correto de manutenção a ser realizado, a frequência e o tempo máximo para que o atendimento ocorra.

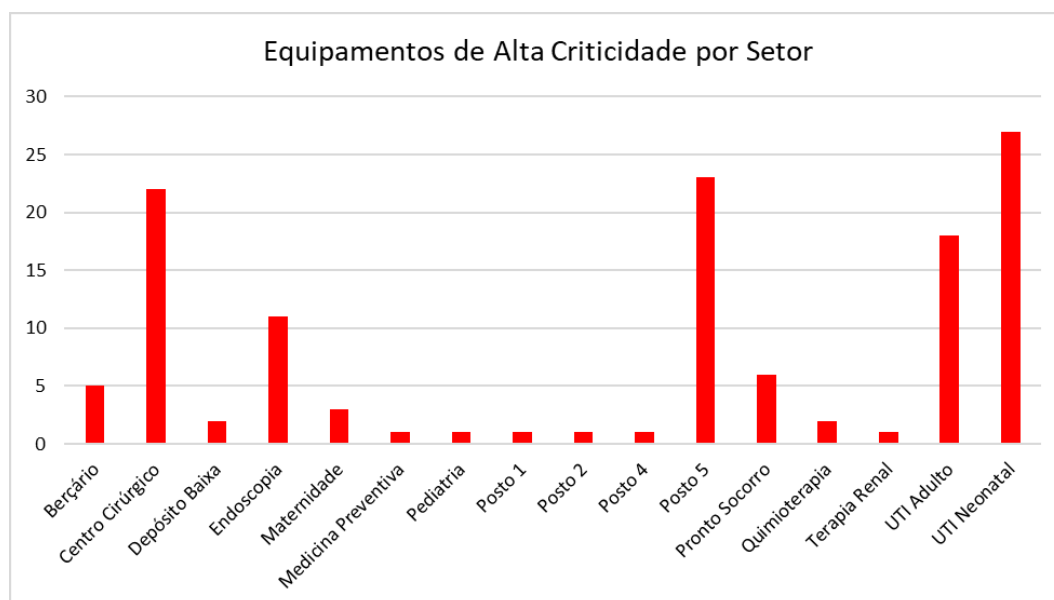
Como visto anteriormente, as famílias de alta e média criticidade representam equipamentos que possuem um alto impacto na rotina e nas finanças do EAS,

portanto, o nível de disponibilidade desses equipamentos deve sempre ser o máximo possível.

Uma forma de aumentar a disponibilidade dos equipamentos é por meio da realização periódica de manutenções preventivas, assim como de rondas de vistoria. Nas rondas são verificados de forma bastante rápida a condição geral do equipamento e a sua utilização.

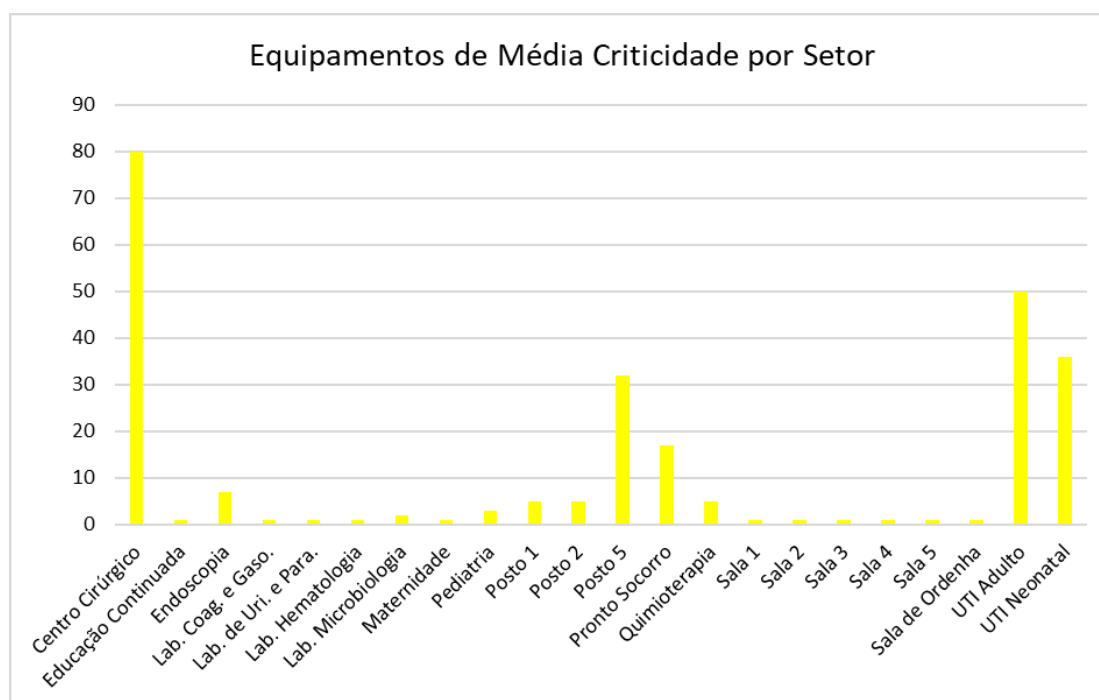
Analisando a distribuição de equipamentos de alta criticidade pelos setores do EAS em estudo, visualizada na Figura 13, conclui-se que 4 setores possuem 72% do total de equipamentos de alta criticidade, sendo: Centro cirúrgico, posto 5; UTI adulto e UTI neonatal.

Figura 13 – Equipamentos de alta criticidade por setor.



Fonte: Próprio autor.

Já a distribuição das famílias de média criticidade pelos setores do EAS, apresentada na Figura 14, segue a mesma tendência da de alta criticidade, pois esses mesmos 4 setores contêm aproximadamente 78% dos equipamentos de média criticidade.

Figura 14 – Quantidade de equipamentos de alta criticidade por setor.

Fonte: Próprio autor.

Portanto, tais setores necessitam de uma atenção especial. As manutenções preventivas seguem um cronograma estabelecido por outros critérios que não serão abordados nesse trabalho, como por exemplo a indicação do fabricante. Por outro lado, as vistorias de rotina seguem um planejamento mais flexível. Logo, analisando os dados conclui-se que as vistorias de rotina para os equipamentos de média e alta criticidade dentro desses setores deverão ser mais frequentes, frente aos outros setores da instituição. Juntamente com a empresa ECQ, responsável pela gestão do parque tecnológico do EAS em análise, ficou definido que os setores: centro cirúrgico, posto 5; UTI adulto e UTI neonatal terão vistorias de rotina semanais, enquanto os demais setores será quinzenalmente.

Com relação ao tempo de atendimento em caso de solicitação de manutenção corretiva, o tempo máximo para que o atendimento ocorra é definido conforme o nível de criticidade. O atendimento seguindo o nível de prioridade irá fazer com que sejam minimizados os prejuízos referentes aos equipamentos, acarretando na retomada de procedimentos e atendimento ao paciente de forma mais rápida.

A Tabela 6 apresenta o tempo máximo de atendimento para cada nível de criticidade, sendo estabelecido em conjunto com a ECQ, pois deve-se levar em conta a disponibilidade dos técnicos presentes no EAS.

Tabela 6 – Tempo máximo de atendimento por nível de criticidade.

Criticidade	Tempo de Atendimento
Alta	30 minutos
Média	12 horas
Baixa	24 horas

Fonte: Próprio Autor.

Caso ocorra ao mesmo tempo a solicitação de dois ou mais equipamentos de mesmo nível de criticidade, a prioridade no atendimento será dada ao equipamento que possuir maior nível no Grau de Importância ABC, ou seja, A tem prioridade sobre B, que possui prioridade sobre C.

A aplicação da classificação de criticidade dos equipamentos permitiu ao setor de Engenharia Clínica priorizar o processo de manutenção, evitando que demandas de menos críticas afetassem o atendimento à equipamentos realmente críticos ao EAS.

Anteriormente, adotava-se no EAS como estratégia de priorização para os atendimentos a classificação dos setores em ordem de criticidade. Porém, como visto na seção anterior, setores críticos como centro cirúrgico e UTI também apresentam um número elevado de ES com baixa criticidade. Logo, esses equipamentos acabavam interferindo no atendimento de equipamentos críticos de outros setores. Portanto, a estratégia abordada neste trabalho permite eliminar tais problemas.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo priorizar os atendimentos de manutenções corretivas com base no nível de criticidade dos ES, promovendo assim o incremento na disponibilidade dos equipamentos além de organizar a fila de atendimento. Considerando que tal análise de criticidade não tinha sido realizada anteriormente no EAS, assim como em outros clientes da empresa ECQ, pode-se concluir que os objetivos traçados para o trabalho foram alcançados de forma satisfatória.

Pode-se concluir também que a classificação das famílias com base no nível de criticidade permite realizar uma manutenção corretiva mais eficiente, sendo possível direcionar recursos e esforços para atender com prioridade os equipamentos que geram grande impacto na instituição. O nível de criticidade também fornece dados úteis ao setor de engenharia clínica para o planejamento de ações que buscam aumentar a disponibilidade dos ES, como por exemplo, a inspeção de rotina.

Como sugestão aos trabalhos futuros, pode-se citar o incremento de outros parâmetros de análise na metodologia apresentada, como por exemplo: como custo de parada do equipamento, custo de manutenção e confiabilidade, tornando assim a metodologia de classificação mais robusta.

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF CLINICAL ENGINEERING. **About ACCE**. Disponível em: <https://accenet.org/about/Pages/ClinicalEngineer.aspx>. Acesso em: 30 mar. 2022.

ANTUNES, E. V. et al. A engenharia clínica como estratégia na gestão hospitalar. **Gestão da tecnologia biomédica: Tecnovigilância e engenharia clínica**, ANVISA, 2002, cap 4.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.

AZEVEDO, F. S. **Gestão de equipamentos médico-hospitalares em estabelecimentos assistenciais de saúde**. 2011. 25 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão de Serviços de Saúde, Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, 2011.

BRITO, M. **Manutenção: Manual Pedagógico PRONACI**. Portugal: Aep, 2003.

BRONZINO, J. D. Clinal Engineering: Evolution of a Discipline. In: DYRO, J. **Clinical Engineering Handbook**. Elsevier Academic Press, 2004. Cap. 1. p. 3-7.

CORREIA, A. L. T. **Avaliação do grau de criticidade dos equipamentos médico-hospitalares das UTIs da Maternidade Escola Januário Cicco**. 2018. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

CYRINO, L. **Classificação ABC de máquinas e equipamentos**. 2016. Disponível em: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/classificacao-abc/>. Acesso em: 09 jan. 2022.

EQUIPACARE. **Como priorizar a manutenção de equipamentos médicos pelo método criticidade**. 2015. Elaborado por Rodrigo Santos. Disponível em:

<https://equipacare.com.br/manutencao-de-equipamentos-criticidade/>. Acesso em: 09 jan. 2022.

FUENTES, F. F. E. **Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial**. 2006. 208 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

KARDEC, A.; CARVALHO, C. **Gestão Estratégica E Técnicas Preditivas**. Qualitymark, 2002. 136 p.

MANSO, J. M. D. **Práticas de Gestão de Equipamentos Médicos no Hospital da Luz**. 2012. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Biomédica e Biofísica, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2012.

MARQUES, A.; MARÇAL, R. F. M.; B. NETO, A. Z.; PILATTI, L. A. **Os principais equipamentos utilizados nas empresas de beneficiamento de mármore e granito, suas funções e importância no processo**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 8., 2006, Bauru.

MASMOUDI, M.; HOURIA, Z. B.; HANBALI, A. A.; MASMOUDI, F. Decision Support Procedure for Medical Equipment Maintenance Management. **Journal Of Clinical Engineering**, v. 41, n. 1, p. 19-29, 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, **Resolução da Diretoria Colegiada nº 185/2001**. Disponível em:
https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/rdc0185_22_10_2001.pdf.
 Acessado em: 15 mar. 2022

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. L. **Manutenção - Combate aos Custos da Não-eficácia - a Vez do Brasil**. São Paulo: Makron Bobooks – Macgraw Hill, 1993.

MOUBRAY, J. **Reliability-centred Maintenance**. 2. ed. New York: Industrial Press Inc., 1997.

RAMIREZ, E. F. F.; CALDAS, E. C.; SANTOS, P. R. **Manual Hospitalar de Manutenção Preventiva**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2002.

SILVA, D. C. **Avaliação da criticidade de equipamentos em uso no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia**. 2018. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

SIQUEIRA, I. P. **Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implantação**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

SOUZA, D. B.; MILAGRE, S. T.; SOARES, A. B. Avaliação econômica da implantação de um serviço de Engenharia Clínica em hospital público brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, v. 28, n. 4, p. 327-336, dez. 2012.

SWANSON, L. Linking maintenance strategies to performance. **International Journal Of Production Economics**. p. 237-244. 2001.

TERRA, T. G.; GUARIENTI, A.; SIMÃO, E. M.; R. JUNIOR, L. F. Uma revisão dos avanços da engenharia clínica no Brasil. **Disciplinarum Scientia**: Série: Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 47-61, out. 2014.

WANG, B.; CALIL, S. J. Clinical engineering in Brazil: current status. **Journal Of Clinical Engineering**, v. 16, n. 2, p. 129-135, abr. 1991.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Medical equipment maintenance programme overview**: who medical device technical series. Who, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Tabela de classificação da criticidade

Família de Equipamento	Função		Risco de Acidente		Grau ABC		C	
Aagitador de Tubos	Análise	4	Sem risco	1	C	1	Baixa	6
Aparelho Antitrombótico (Phlepo Press)	Terapia	8	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1	Média	12
Aparelho de Anestesia	Suporte à vida	10	Morte	7	A	10	Alta	27
Aspirador Cirúrgico	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Baixa	10
Autoclave Vertical	Apoio	2	Sem risco	1	B	5	Baixa	8
Balança	Apoio	2	Sem risco	1	C	1	Baixa	4
Balança Antropométrica Digital	Apoio	2	Sem risco	1	C	1	Baixa	4
Balança Eletrônica Pediátrica	Apoio	2	Sem risco	1	C	1	Baixa	4
Banho Maria	Apoio	2	Sem risco	1	C	1	Baixa	4
Berço Aquecido	Terapia	8	Morte	7	B	5	Alta	20
Bisturi Eletrônico	Terapia	8	Injúria	5	B	5	Média	18
Bomba de Infusão	Terapia	8	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1	Média	12
Bomba de Seringa	Terapia	8	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Média	16
Bomba para Ordenha de Leite Materno	Apoio	2	Injúria	5	A	10	Média	17

Broncoscópio	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10	Alta	19
Cabeça de Câmera	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10	Alta	19
Câmara de Conservação	Apoio	2	Sem risco	1	C	1	Baixa	4
Câmara de Vídeo para Cirurgia	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10	Média	15
Capela de Fluxo Laminar	Análise	4	Morte	7	B	5	Média	16
Cardiotocógrafo	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	10	Alta	19
Cardioversor	Suporte à vida	10	Morte	7	B	5	Alta	22
Centrífuga	Análise	4	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1	Baixa	8
Colchão Pneumático de Pressão Alternada	Apoio	2	Sem risco	1	C	1	Baixa	4
Colonoscópio	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10	Alta	19
Cronômetro	Apoio	2	Sem risco	1	C	1	Baixa	4
Cuffômetro	Terapia	8	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1	Média	12
Desfibrilador	Suporte à vida	10	Morte	7	A	10	Alta	27

Detector Cardiofetal Portátil	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1	Baixa	10
Detector Fetal	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1	Baixa	10
Doppler Vascular Portátil	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Média	14
Duodenoscópio	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10	Alta	19
Eletrocardiógrafo	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Média	14
Eletroencefalógrafo	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10	Alta	19
Elevador de Pacientes	Apoio	2	Injúria	5	B	5	Média	12
Endoscópio	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10	Alta	19
Estimulador Elétrico Neuromuscular	Terapia	8	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1	Média	12
Estufa	Apoio	2	Sem risco	1	C	1	Baixa	4
Foco Cirúrgico Auxiliar	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Baixa	10
Foco Cirúrgico de Teto	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10	Média	15

Foco Clínico	Apoio	2	Sem risco	1	C	1	Baixa	4
Fonte de Luz	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10	Média	15
Fototerapia	Terapia	8	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Média	16
Freezer	Apoio	2	Sem risco	1	C	1	Baixa	4
Frigobar	Apoio	2	Sem risco	1	C	1	Baixa	4
Gravador de Vídeo Cirúrgico	Apoio	2	Sem risco	1	A	10	Média	13
Incubadora de Transporte	Suporte à vida	10	Morte	7	A	10	Alta	27
Incubadora Neonatal	Suporte à vida	10	Morte	7	B	5	Alta	22
Insuflador de CO2	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10	Média	15
Manta Térmica	Apoio	2	Injúria	5	B	5	Média	12
Medidor de Cloro	Análise	4	Sem risco	1	C	1	Baixa	6
Medidor de Turbidez	Análise	4	Sem risco	1	C	1	Baixa	6
Mesa Cirúrgica Elétrica	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10	Média	15
Mesa Cirúrgica Mecânica	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10	Média	15
Mesa Elétrica de Parto	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10	Média	15

Mesa Ginecológica	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10	Média	15
Micropipeta	Análise	4	Sem risco	1	C	1	Baixa	6
Microscópio Binocular Biológico	Análise	4	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Média	12
Microscópio Cirúrgico	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10	Média	15
Misturador de Gases	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1	Baixa	6
Módulo de Bateria	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1	Baixa	10
Módulo de Capnografia	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Média	14
Módulo de Débito Cardíaco	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Média	14
Módulo de ECG	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Média	14
Módulo de Índice Bi-Espectal	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Média	14
Módulo de Oximetria	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Média	14
Módulo de Pressão Invasiva	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico	3	B	5	Média	14

(IBP)			falho					
Módulo de Pressão Não Invasiva (NBP)	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Média	14
Módulo de Temperatura	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Média	14
Módulo NMT	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Média	14
Monitor de Gases Anestésicos	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10	Alta	19
Monitor de LED Grau Médico	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10	Média	15
Monitor de Pressão Não Invasiva	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Média	14
Monitor Multiparâmetros	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Média	14
Nobreak	Apoio	2	Sem risco	1	C	1	Baixa	4
Oxímetro de Pulso	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1	Baixa	10
Oxímetro de Pulso Portátil	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Média	14
Perfurador Ósseo Canulado Pneumático	Terapia	8	Injúria	5	A	10	Alta	23

Phmetro de Bancada	Análise	4	Sem risco	1	C	1	Baixa	6
Rack Módulos	Apoio	2	Sem risco	1	B	5	Baixa	8
Radiômetro	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Baixa	10
Refrigerador	Apoio	2	Sem risco	1	C	1	Baixa	4
Serra de Gesso	Apoio	2	Sem risco	1	B	5	Baixa	8
Serra Esterno	Terapia	8	Injúria	5	A	10	Alta	23
Termohigrômetro	Apoio	2	Sem risco	1	C	1	Baixa	4
Termômetro	Apoio	2	Sem risco	1	C	1	Baixa	4
Termômetro Digital Tipo Vareta	Apoio	2	Sem risco	1	C	1	Baixa	4
Termômetro Infravermelho	Apoio	2	Sem risco	1	C	1	Baixa	4
Termômetro Infravermelho de Testa	Apoio	2	Sem risco	1	C	1	Baixa	4
Umidificador	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1	Baixa	6
Vaporizador	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5	Baixa	10
Ventilador de Transporte	Suporte à vida	10	Morte	7	A	10	Alta	27

APÊNDICE B – Famílias de alta criticidade

Família de Equipamento		Função		Risco de Acidente		Grau ABC	
Aparelho de Anestesia		Suporte à vida	10	Morte	7	A	10
Berço Aquecido		Terapia	8	Morte	7	B	5
Broncoscópio		Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10
Cabeça de Câmera		Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10
Cardiotocógrafo		Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	10
Cardioversor		Suporte à vida	10	Morte	7	B	5
Colonoscópio		Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10
Desfibrilador		Suporte à vida	10	Morte	7	A	10
Duodenoscópio		Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10
Eletroencefalógrafo		Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10
Endoscópio		Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10
Incubadora	de	Suporte à	10	Morte	7	A	10

Transporte	vida					
Incubadora Neonatal	Suporte à vida	10	Morte	7	B	5
Monitor de Gases Anestésicos	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10
Perfurador Ósseo Canulado Pneumático	Terapia	8	Injúria	5	A	10
Serra Esterno	Terapia	8	Injúria	5	A	10
Ventilador de Transporte	Suporte à vida	10	Morte	7	A	10
Ventilador Pulmonar	Suporte à vida	10	Morte	7	B	5
Ventilador Pulmonar Infantil	Suporte à vida	10	Morte	7	A	10
Vídeo Laringoscópio	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10

APÊNDICE C – Famílias de média criticidade

Família de Equipamento	Função		Risco Físico		Grau ABC	
Aparelho Antitrombótico (Phlepo Press)	Terapia	8	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1
Bisturi Eletrônico	Terapia	8	Injúria	5	B	5
Bomba de Infusão	Terapia	8	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1
Bomba de Seringa	Terapia	8	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5
Bomba para Ordenha de Leite Materno	Apoio	2	Injúria	5	A	10
Câmera de Vídeo para Cirurgia	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10
Capela de Fluxo Laminar	Análise	4	Morte	7	B	5
Cuffômetro	Terapia	8	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1
Doppler Vascular Portátil	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5
Eletrocardiógrafo	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5
Elevador de Pacientes	Apoio	2	Injúria	5	B	5
Estimulador Elétrico Neuromuscular	Terapia	8	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1
Foco Cirúrgico de Teto	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10
Fonte de Luz	Apoio	2	Terapia ou	3	A	10

			diagnóstico falho			
Fototerapia	Terapia	8	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5
Gravador de Vídeo Cirúrgico	Apoio	2	Sem risco	1	A	10
Insuflador de CO2	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10
Manta Térmica	Apoio	2	Injúria	5	B	5
Mesa Cirúrgica Elétrica	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10
Mesa Cirúrgica Mecânica	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10
Mesa Elétrica de Parto	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10
Mesa Ginecológica	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10
Microscópio Binocular Biológico	Análise	4	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5
Microscópio Cirúrgico	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10
Módulo de Capnografia	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5
Módulo de Débito Cardíaco	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5
Módulo de ECG	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5
Módulo de Índice Bi-Espectal	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5
Módulo de Oximetria	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5
Módulo de Pressão Invasiva	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5

(IBP)						
Módulo de Pressão Não Invasiva (NBP)	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5
Módulo de Temperatura	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5
Módulo NMT	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5
Monitor de LED Grau Médico	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	A	10
Monitor de Pressão Não Invasiva	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5
Monitor Multiparâmetros	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5
Oxímetro de Pulso Portátil	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5

APÊNDICE D – Famílias de média criticidade

Família de Equipamento	Função		Risco Físico		Grau ABC	
Agitador de Tubos	Análise	4	Sem risco	1	C	1
Aspirador Cirúrgico	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5
Autoclave Vertical	Apoio	2	Sem risco	1	B	5
Balança	Apoio	2	Sem risco	1	C	1
Balança Antropométrica Digital	Apoio	2	Sem risco	1	C	1
Balança Eletrônica Pediátrica	Apoio	2	Sem risco	1	C	1
Banho Maria	Apoio	2	Sem risco	1	C	1
Câmara de Conservação	Apoio	2	Sem risco	1	C	1
Centrífuga	Análise	4	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1
Colchão Pneumático de Pressão Alternada	Apoio	2	Sem risco	1	C	1
Cronômetro	Apoio	2	Sem risco	1	C	1
Detector Cardiofetal Portátil	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1
Detector Fetal	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1
Estufa	Apoio	2	Sem risco	1	C	1
Foco Cirúrgico	Apoio	2	Terapia ou	3	B	5

Auxiliar			diagnóstico falho			
Foco Clínico	Apoio	2	Sem risco	1	C	1
Freezer	Apoio	2	Sem risco	1	C	1
Frigobar	Apoio	2	Sem risco	1	C	1
Medidor de Cloro	Análise	4	Sem risco	1	C	1
Medidor de Turbidez	Análise	4	Sem risco	1	C	1
Micropipeta	Análise	4	Sem risco	1	C	1
Misturador de Gases	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1
Módulo de Bateria	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1
Nobreak	Apoio	2	Sem risco	1	C	1
Oxímetro de Pulso	Diagnóstico	6	Terapia ou diagnóstico falho	3	C	1
Phmetro de Bancada	Análise	4	Sem risco	1	C	1
Rack Módulos	Apoio	2	Sem risco	1	B	5
Radiômetro	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5
Refrigerador	Apoio	2	Sem risco	1	C	1
Serra de Gesso	Apoio	2	Sem risco	1	B	5
Termohigrômetro	Apoio	2	Sem risco	1	C	1
Termômetro	Apoio	2	Sem risco	1	C	1
Termômetro Digital Tipo Vareta	Apoio	2	Sem risco	1	C	1
Termômetro Infravermelho	Apoio	2	Sem risco	1	C	1
Termômetro Infravermelho de Testa	Apoio	2	Sem risco	1	C	1
Umidificador	Apoio	2	Terapia ou	3	C	1

			diagnóstico falho			
Vaporizador	Apoio	2	Terapia ou diagnóstico falho	3	B	5